

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Dayane Josiane Vieira

USO DO FARELO DE CRAMBE NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

**Diamantina
2015**

Dayane Josiane Vieira

USO DO FARELO DE CRAMBE NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof.^a Sandra Regina Freitas Pinheiro

**Diamantina – MG
2015**

Ficha Catalográfica - Sistema de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária: Jullyele Hubner Costa CRB-6/2972

V658u Vieira, Dayane Josiane.
2016 Uso do farelo de crambe na alimentação de frangos de corte /
Dayane Josiane Vieira. – Diamantina : UFVJM, 2015.
47 p. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Regina Freitas Pinheiro

Dissertação (mestrado) –Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
2016.

1. Alimentos alternativos. 2. Aminoácidos. 3. Digestibilidade. 4.
Glicosinolatos. I. Pinheiro, Sandra Regina Freitas. II. Título.

CDD 636.5

Elaborada com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dayane Josiane Vieira

USO DE FARELO DE CRAMBE NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, nível de Mestrado,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof^a Dr^a Sandra
Regina Freitas Pinheiro

Data da aprovação: __/__/__

Prof^a Dr^a Débora Cristine de Oliveira Carvalho – UNIVASF

Prof^o Dr^o Paulo Henrique Reis Furtado Campos- UFVJM

Prof^a Dr^a Sandra Regina Freitas Pinheiro- UFVJM

Diamantina

Dedico a Deus Pai todo Poderoso, por toda força no decorrer desta batalha, a fé nos impulsiona a seguir, à minha família, em especial minha mãe, meu pai e meus irmãos, que nunca mediram esforços para minha formação profissional.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me concedido tamanha benção e o discernimento para realizar e concluir mais uma etapa desta longa caminhada.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pela oportunidade de estudo.

Aos meus pais Darciula e Geraldo, por tudo que fizeram e fazem por mim para a realização do meu sonho.

Aos meus irmãos Darlene, Darliton e Carlos por toda assistência, paciência e irmandade.

À professora Sandra Pinheiro, pela orientação e oportunidade em trabalharmos juntas e aos professores Débora Carvalho e Paulo Campos pelas colaborações na dissertação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro para realização do projeto.

Agradeço ao Laboratório de Amino lab[®] empresa Evonik pela avaliação dos aminoácidos contidos na amostra do farelo de crumbe.

Agradeço aos companheiros de projeto Danielly, Keila, Henrique e Bruno, que foram fundamentais para a realização dos experimentos.

À Elizângela por toda assistência e diálogo durante o mestrado.

Aos técnicos Geraldo, Talita, Mariana, Elizandra e aos funcionários Sr. Zezinho, Sr. Cláudio e aos dois Rogério's do Departamento de Zootecnia que sempre se dispuseram a ajudar no decorrer do experimento.

Agradeço aos amigos, os colegas da graduação e da pós-graduação pela amizade sincera.

Enfim, o meu agradecimento vai a todos que de forma direta ou indireta emanaram vibrações positivas e torceram pela conclusão de mais uma etapa.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar.

As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito”

Chico Xavier

BIOGRAFIA

Dayane Josiane Vieira, filha de Geraldo Maria Vieira e Darciula Maria Vieira, nasceu em Diamantina – MG, em 28 de fevereiro de 1988.

Em março de 2008, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – MG, Campus Diamantina, concluindo em agosto de 2013.

Em setembro do mesmo ano, ingressou-se no curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, na área de Produção Animal, linha de pesquisa Produção e Nutrição de Monogástricos, submetendo-se aos exames finais de defesa de dissertação em dezembro de 2015, para a obtenção do título de *Magister Scientiae* em Zootecnia.

RESUMO

Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar nutricionalmente o farelo de crambe em rações para frangos de corte. O primeiro experimento foi realizado para avaliar o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), da matéria mineral (MM), o coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMAEB), a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) do farelo de crambe para frangos de corte, empregando-se o método de coleta total de excretas. Para o primeiro experimento foram utilizados 140 pintos de corte da linhagem Cobb 500 em crescimento de 14 a 24 dias de idade, alimentados com duas rações, sendo T1= referência (RR) e T2= uma ração teste (RT), que consiste em 80% (RR) + 20% (inclusão do farelo de crambe), com sete repetições e 10 aves por unidade experimental. No segundo experimento foi avaliado o desempenho dos frangos nas fases inicial (8 a 21 dias) e final (22 a 42 dias), o rendimento de carcaça e cortes e a análise econômica da substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, seis repetições de 21 aves por unidade experimental. Os níveis de substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe avaliados foram: 0, 3, 6, 9 e 12%. Avaliou-se o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar, peso e rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa). O farelo de crambe apresentou 2262,03 kcal/kg de EMA e 2262,19 kcal/kg de EMAn. Os valores de coeficientes de digestibilidade foram: CDAMS 69,14%, CDAPB 60,38%, CDAMM 58,86% e o CMAEB foi de 53,51% na MS do alimento. Observou-se que a proteína bruta do farelo de crambe pode substituir em até 12% de parte da proteína bruta total da ração, em ambas as fases, por não acarretar em baixo desempenho e rendimento de carcaça e de cortes. Pela análise econômica é viável a substituição de parte da proteína da ração em até 6% pela proteína do farelo de crambe.

Palavras - chave: Alimentos alternativos. Aminoácidos. Digestibilidade. Glicosinolatos.

ABSTRACT

Two experiments were conducted to nutritionally evaluate crambe meal in diets for broilers. The first experiment was conducted to evaluate the apparent digestibility coefficient (ADC) of dry matter (DM), crude protein (CP) and mineral matter (MM), the apparent metabolizing coefficient of crude energy (AMCCE), the apparent metabolizable energy (AME), and the apparent metabolizable energy corrected for nitrogen balance (cAME) of the crambe meal for broilers, using the total excreta collection method. For the first experiment, 140, Cobb 500 strain, growing broilers of 14 to 24 days of age were utilized, fed two rations: T1 = reference (RR) and T2 = a test ration (TR), consisting of 80% RR + 20% (inclusion of crambe meal) with seven replicates and 10 broilers per experimental unit. In the second experiment, performance of broilers during the initial phase (8 to 21 days of age) and final phase (22 to 42 days of age), carcass and cuts yields, and economic analysis of partial substitution of the total crude protein from the ration for crude protein from crambe meal were evaluated. Broilers were distributed in a completely randomized design, with five treatments and six replicates of 21 broilers per experimental unit. The evaluated levels of partial substitution of crude protein from ration for crude protein from crambe meal were 0, 3, 6, 9 and 12%. Feed intake, body weight gain, feed conversion, carcass and prime cuts (breast, thigh and drumstick) weights and yields were evaluated. Crambe meal showed 2262.03 kcal / kg of AME and 2262.19 kcal/kg of cAME. Values of digestibility coefficients were: DCDM 69.14%, DCCP 60.38%, DCMM 58.86% and AMCCE 53.51%, DM of feed. It was observed that the crude protein from crambe meal can partially substitute up to 12% of the total dietary crude protein, in both phases, for not resulting in impaired performance and carcass and cuts yield. Thru the economic analysis, it is feasible the partial substitution of crude protein from the ration up to 6% by the protein from crambe meal.

Keywords: Alternative food. Amino acids. Digestibility. Glucosinolates.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	10
2.1. Crambe.....	10
2.2. Uso de crambe na alimentação animal.....	11
2.3. Fatores antinutricionais.....	13
2.3.1. Glicosinolatos.....	14
2.3.2. Ácido erúcico.....	15
2.3.3. Compostos fenólicos.....	15
2.3.4. Ácido fítico.....	16
2.4. Referências bibliográficas.....	17
TRABALHOS.....	20
3.1. DIGESTIBILIDADE DO FARELO DE CRAMBE PARA FRANGOS DE CORTE.....	20
Resumo.....	20
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Material e métodos.....	23
Resultados e discussão.....	28
Conclusão.....	30
Referências bibliográficas.....	30
3.2. EFEITOS DO FARELO DE CRAMBE SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE.....	32
Resumo.....	32
Abstract.....	33
Introdução.....	34
Material e métodos.....	34
Resultados e discussão.....	39
Conclusão.....	45
Referências bibliográficas.....	45

1. INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura brasileira tem se destacado no mercado internacional de carnes. O Brasil ocupa a liderança na exportação de carne de frango e a terceira posição em produção mundial desde 2011. De acordo com números da Secex (Secretaria de Comércio Exterior), em 2014, foram exportadas 3,6 milhões de toneladas de carne de frango *in natura* para 139 países, a maior quantidade anual da história e 2,7% maior que no ano de 2013.

Os sistemas de produção de frangos de corte possuem um gasto com alimentação que representa mais de 75% do custo total, fato este que tem levado os produtores e técnicos a buscarem medidas alternativas para reduzir esses custos (FERREIRA, 2010). Ainda de acordo com Ferreira (2010) para apresentar uma boa produção é importante avaliar a disponibilidade dos ingredientes, bem como o valor energético, além da composição química, com o objetivo de melhorar a utilização na formulação e no balanceamento das rações, tornando-as de menor custo de produção.

Os preços dos insumos apresentam características que podem ser estacionais ou específicas em uma dada região. No entanto, alguns ingredientes considerados alternativos, em determinadas situações, acabam tendo um custo maior do que o do milho e do farelo de soja, que são tradicionais (BELLAYER, 2005).

O uso de coprodutos que possam substituir o milho e o farelo de soja nas rações pode se tornar uma boa estratégia para alimentação animal, com possível redução dos custos de produção se estudado e considerado as particularidades do alimento. A utilização de produtos agroindustriais gera resíduos que podem contribuir como alternativas de alimento para os sistemas de produção de animal. O interesse por oleaginosas com potencial para a produção de biodiesel está sendo intensificado, dentre elas destacam-se o girassol (*Helianthus annuus*) e o crambe (*Crambe abyssinica*) (GOES *et al.*, 2010).

O crambe é uma planta de inverno, originária do Mediterrâneo e tem sido cultivada na África, Ásia, Europa, Estados Unidos, México e América do Sul, como cultura para cobertura do solo. Por ser mais uma alternativa para a safrinha, semeada após a colheita da soja em março e abril, tem gerado interesse pelos produtores. O farelo de crambe tem sido estudado como fonte de proteína para a alimentação animal (PERRY *et al.*, 1979).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. CRAMBE

O crambe (*Crambe abyssinica*) é uma planta da família Brassicaceae, de origem mediterrânea, geralmente utilizada como forragem para pasto. Caracteriza-se por ser um vegetal arbustivo que se desenvolve em condições climáticas diferenciadas, desde geadas típicas do sul do país até climas quentes e secos, como do centro-oeste brasileiro. A semente é do tipo cariopse, contendo quantidades significativas de óleo na proporção de 44,1% na massa seca conforme descrito por Souza *et al.* (2009), portanto, superior ao da soja que chega ao máximo de 24%.

Esta planta tem como vantagens o cultivo totalmente mecanizado, utilizando os mesmos equipamentos já existentes para grãos miúdos, e a possibilidade de cultivo no inverno. O óleo da semente de crambe é usado como um lubrificante industrial, inibidor de corrosão, e como ingrediente na fabricação de borracha sintética. Este óleo contém de 50 a 60% de ácido erúcido, um ácido graxo de cadeia longa, utilizado na fabricação de películas de plástico, nylon, plastificantes, adesivos e de isolamento elétrico (OPLINGER *et al.*, 1991).

Na tabela 1 encontra-se a composição química da semente e da torta de crambe conforme relatado por Souza *et al.* (2009).

Tabela 1- Composição química da semente e torta de crambe

Composição química	Semente de crambe	Torta de crambe
Matéria Seca (%)	91,61	91,18
Lipídeos (%)	44,10	15,88
Amido (%)	14,75	15,00
Proteína Bruta (%)	21,30	31,73
Fibra (%)	13,32	27,96
Mineral (mg / 100 g⁻¹)		
Potássio	935,12	565,54
Magnésio	281,00	345,64
Cálcio	460,65	854,69
Sódio	18,43	48,60
Ferro	8,64	8,41
Zinco	3,90	4,27

Contudo, vegetais da família Brassicaceae apresentam vários fatores antinutricionais que limitam a sua utilização na alimentação animal, como ácido fítico e compostos fenólicos (Bell, 1993). O farelo desengordurado contém elevado teor de glicosinolatos (variando entre 50 e 160 $\mu\text{mol/g}$) por ser uma planta crucífera segundo Liu *et al.* (1994) e altos teores de ácido erúcido no óleo da semente Liu *et al.* (1993), podendo também permanecer no farelo.

2.2. USO DO CRAMBE NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A utilização de crambe na alimentação animal está sendo estudada, entretanto, são escassos os resultados para animais monogástricos. Segundo Ledoux *et al.* (1999), o crambe apresenta elevados teores de cálcio, fósforo e magnésio, tendo a proporção Ca: P (0,9: 1,0) uma situação que não é muito comum, em relação aos ingredientes milho e soja. O farelo de crambe contém um teor de fibra elevado comparado a outras fontes proteicas. Ledoux *et al.* (1999) em estudos com frangos na fase de crescimento observaram que é possível fornecer até 5% de crambe nas rações, pois não obtiveram efeito negativo para o consumo de ração, ganho de peso e a saúde do animal, que foi analisada por medições clínicas, físicas e químicas da proteína total, da albumina, da globulina, da albumina / globulina, do ácido erúcido, do colesterol, tiroxina (T4) e triiodotironina (T3), para isso a tiróide, o pâncreas, o fígado e os rins foram retirados e pesados para obtenção dos valores. Entretanto, aqueles que consumiram rações contendo 15% apresentaram baixo consumo de ração, ganho de peso, lesões teciduais, isto pode ser explicado pela quantidade de glicosinolatos, e os produtos gerados de sua degradação. Houve também maior teor de gordura na carcaça, que de acordo Kramer *et al.* (1975) pode ser explicado pelo acúmulo de lipídeos nos tecidos que é devido a presença de ácido erúcido. Porém, a qualidade da carne não foi afetada no trabalho realizado por Ledoux *et al.* (1999) que fizeram análises colorimétricas e avaliações sensoriais.

Estudos realizados com ratos e camundongos, Liu *et al.* (1993) concluíram que a qualidade da proteína do crambe pode ser comparável à da caseína apresentando em torno de 43% de proteína e um bom perfil de aminoácidos. No entanto, o farelo de crambe contém glicosinolatos (8 a 10%) e possui uma enzima endógena (glicosinolase) que limita o seu potencial na alimentação animal, reduzindo o consumo de ração e ganho de peso. Em níveis altos, essa substância tóxica tem se mostrado letal para ratos e galinhas.

Mendonça (2012) estudando bezerros da raça Nelore desmamados, fistulados no rúmen, com peso inicial médio de $177 \pm 5,1$ kg, avaliou a torta de crambe e o farelo de crambe, incluindo-os nas proporções de 0, 5, 10 e 15% na MS em dietas contendo 73% de feno de tifton 85 e 27% de concentrado a base de fubá de milho, farelo de soja, torta e, ou farelo de crambe. O autor concluiu que o farelo e a torta de crambe podem ser utilizados em até 15% de inclusão na MS da dieta para os bovinos em crescimento, sem efeito negativo sobre o consumo de ração e a digestibilidade de nutrientes.

O crambe apresenta quantidades significativas de glicosinolatos que são degradados por bactérias do rúmen tendo pouco efeito sobre animais ruminantes, de acordo com Walling *et al.* (2002), porém, em monogástricos os glicosinolatos podem causar alterações no tecido e problemas com a saúde do animal, podendo reduzir o consumo de ração e o ganho de peso.

Os autores Bohme *et al.* (2005) compararam uma ração controle sem o coproduto, crambe, com rações contendo farelo de crambe e torta de crambe com 5 e 10%, respectivamente, em ensaios com leitões machos castrados da raça Landrace alimentados de forma restrita, com dietas para o período de crescimento (24 a 60 kg de peso vivo) e período de terminação (60 a 120 kg peso vivo). Os autores observaram ao nível de 10% um aumento do peso do fígado, rins e tireóide dos leitões, devido à ingestão de glicosinolatos, e maior deposição de gordura corporal justificada pela quantidade de ácido erúico, porém não ocorreram alterações nas análises sensoriais, sendo recomendado até 5% de inclusão do farelo de crambe e da torta de crambe para que a saúde do animal não seja prejudicada.

Pietro (2013) observou que a inclusão de farelo de crambe nas rações de tilápias do Nilo possui alto teor proteico e proporcionou boa digestibilidade da proteína e aminoácidos, porém, alguns fatores antinutricionais, como, os glicosinolatos e o ácido fítico, limitaram o seu uso, sendo possível a inclusão de até 6% do farelo de crambe.

No entanto, pouco se sabe ainda sobre os efeitos provocados pelos fatores antinutricionais do crambe nas funções fisiológicas dos frangos de corte, assim como estudos sobre o desempenho produtivo desses animais são poucos pesquisados. São necessários estudos mais detalhados para obter maiores informações sobre seu valor nutricional e suas possíveis influências no que diz respeito à intoxicação relacionada à saúde dos frangos.

2.3. FATORES ANTINUTRICIONAIS DO FARELO DE CRAMBE

Existe uma busca constante por alimentos alternativos que possam substituir de forma eficaz os produtos tradicionalmente usados na elaboração de rações para alimentação animal. Porém, os produtos de origem vegetal são limitados devido à presença de fatores antinutricionais, que afetam o aproveitamento do alimento, prejudicando o desempenho animal. Muitas vezes, é utilizado algum processamento para inativar as substâncias tóxicas, porém, tais procedimentos podem tornar economicamente inviáveis o uso destes alimentos.

Define-se ‘fatores antinutricionais’ substâncias presentes em diferentes alimentos de origem vegetal que podem reduzir seu valor nutritivo, sendo assim, eles irão interferir na digestibilidade, absorção e utilização dos nutrientes pelos animais, e, ou reduzirem a ação das enzimas endógenas no trato gastrointestinal (SANTOS, 2006). Além disso, podem diminuir aos poucos a disponibilidade biológica dos aminoácidos essenciais e minerais, além de ser prejudicial causando irritações e lesões da mucosa gastrointestinal, interferindo assim, na seletividade e eficiência dos processos biológicos (SGARBIERI, 1987).

De acordo com Francis *et al.* (2001) os fatores antinutricionais podem ser classificados de acordo com a interferência na utilização dos nutrientes pelo animal, sendo divididos em quatro grupos: 1) os que afetam a utilização da proteína e a digestão (inibidores da proteases, taninos, lectinas); 2) os que afetam a utilização de minerais (fitatos, gossipol, oxalatos, glicosinolatos); 3) as antivitaminas e substâncias diversas (micotoxinas, cianogênicos e saponinas) e 4) pelo tipo de resistência ao processamento térmico de desativação das substâncias tóxicas, podendo ser termolábeis (inibidores da protease, fitatos, lectinas, antivitaminas) e termoestáveis (saponinas, polissacarídeos não amiláceos e alguns compostos fenólicos).

A ingestão de altos níveis de fatores antinutricionais, pode ocasionar problemas celulares ao sistema digestório dos animais, como a hipertrofia pancreática interferindo no aproveitamento dos nutrientes, segundo Silva & Silva (2000), afetando o desempenho do animal.

2.3.1. GLICOSINOLATOS

Glicosinolatos é um fator antinutricional produzido no metabolismo secundário de plantas contendo enxofre, particularmente, presentes em vegetais comestíveis, armazenados nos vacúolos de células vegetais (PAULINO, 2008). Antes de serem degradados, não são tóxicos, apesar dos produtos da hidrólise, pela ação da enzima glicosinolase ser tóxico (HENTZ, 2010).

A enzima glicosinolase, catalizada pela enzima mirosinase, reage com os glicosinolatos quando os tecidos das plantas são quebrados por algum processo como o de flocação e, ou mastigação (HENTZ, 2010). A separação física durante o processamento comercial produz a degradação dos glicosinolatos, liberando glicose, isotiocianetos, nitrilos e goitrinas, estes irão interferir na morfologia e na função da glândula tireóide, inibindo a síntese e secreção dos hormônios tireoidianos tiroxina e triiodotironina, resultando na diminuição da eficiência alimentar e no ganho de peso (FIGUEIREDO *et al.*, 2003). Além de serem causadores de danos hepáticos (TRIPATHI & MISHRA, 2007).

Ainda de acordo com os autores Tripathi & Mishra (2007) os ruminantes são mais tolerantes à ingestão de glicosinolatos comparados com os animais monogástricos e os animais adultos são mais tolerantes em relação aos jovens. A diminuição do glicosinolatos e seus metabólitos durante a fermentação em ruminantes pode ser devido à utilização da glicose e de porções de enxofre destes compostos por enzimas microbianas. Os efeitos negativos dos

glicosinolatos variam em relação aos animais monogástricos (aves, coelhos, suínos e peixes) e animais ruminantes (ovinos e vacas leiteiras), e estão relacionados com sua concentração na dieta.

Vários métodos de tratamento do coproduto crambe como a peletização, o método térmico e a lavagem com água e metais, são usados para remover ou amenizar o teor de glicosinolatos e os produtos de sua degradação, minimizando, assim, os efeitos deletérios à produção animal. Tripathi & Mishra (2007) citaram que a ingestão de 3,3 a 4,4 mol/g de glicosinolatos na dieta de monogástricos (aves, coelhos, suínos e peixes) reduziu o consumo de ração e 7,7 mol/g de glicosinolatos causa o aumento da glândula tireóide, no entanto, em ruminantes de 11,7 a 24,3 mol/g reduz o consumo, de 23 a 30 mol/g reduz a produção de leite e 31 mol/g causa distúrbios na glândula tireóide e prejudica a fertilidade.

2.3.2 ÁCIDO ERÚCICO

O ácido erúcido é um ácido graxo monoinsaturado de cadeia longa (C 22:1) da família ômega-9, também conhecido como *cis*-13-docosenóico. É muito utilizado na indústria química de óleo e é encontrado nas sementes de plantas da família das crucíferas, sendo armazenado como triacilglicerol (AKOH *et al.*, 2002). Por muitos anos o óleo de colza foi considerado a maior fonte industrial de ácido erúcido (> 40%), contudo o crambe apresenta maiores quantidades (52 a 59%) deste ácido (VARGAS *et al.*, 1999).

Grande quantidade deste ácido graxo na dieta causa acúmulo de lipídeos no coração e em outros tecidos, porém com a alimentação contínua deste ácido graxo (22:1) ocorre uma adaptação no organismo animal, que consegue encurtar as cadeias do ácido graxo e diminuir esta quantidade de lipídeos (BREMER *et al.*, 1982). Segundo Kramer *et al.* (1975) suínos parecem ser mais resistentes à lipidose do que ratos. O ácido erúcido causa sabor desagradável aos alimentos e pode provocar miopia, prejudicando o desempenho do animal (LOTTENBERG, 2009).

2.3.3. COMPOSTOS FENÓLICOS – TANINOS

Os compostos fenólicos são definidos como substâncias que apresentam anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (Lee *et al.*, 2005). Possuem estrutura variável e são multifuncionais, assim existem cerca de cinco

mil fenóis, dentre eles, destacam-se os flavonóides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis (SHAHIDI *et al.*, 1995).

Os compostos fenólicos são encontrados em grandes quantidades nas plantas, sendo um grupo muito diversificado de fitoquímicos derivados de fenilalanina e tirosina. Esses compostos em plantas são essenciais para o crescimento e a reprodução dos vegetais, além de atuarem como agente antipatogênico e contribuírem para a pigmentação. Em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma (Pelleg *et al.*, 1998) e estabilidade oxidativa (NACZK *et al.*, 2004).

Os taninos possuem maior afinidade para interagir com proteínas, formando um complexo com ligações estáveis, e podendo se ligar com as enzimas digestivas, impedindo o efeito das proteases (CARVALHO, 2007). Também inibem enzimas ligadas ao metabolismo de carboidratos (α -amilase, α -glicosidases) e de lipídeos (lipase pancreática e gástrica) (MCDUGALL & STEWART, 2005).

2.3.4. ÁCIDO FÍTICO

O ácido fítico é um dos termos usados para nomear o substrato da enzima fitase. Refere-se a uma substância composta de seis resíduos de ácido ortofosfórico ligados ao inositol (mio-inositol 1, 2, 3, 4, 5, 6 hexafosfato) sendo o ácido fítico, a forma livre desse composto. Encontra-se em diferentes localizações nas plantas, interagindo com cerca de 60 a 80% do fósforo total, indisponível para o animal (NAGASHIRO, 2007).

De acordo com Nagashiro (2007), a natureza antinutricional do fitato pode ser atribuída a fatores como: 1) alta reatividade da molécula proporcionando ação quelante forte, ligando e indisponibilizando metais como Ca^{++} , Mg^{++} , Zn^{++} , Fe^{++} no trato gastrointestinal; 2) formação de complexos com aminoácidos que resistem à degradação por enzimas específicas, pois os grupos fosfato do ácido fítico podem se ligar eletrostaticamente aos grupos amina terminais ou aos resíduos de lisina e arginina; 3) interação com as enzimas amilase, tripsina, fosfatase ácida, dentre outras, havendo redução da atividade e, ou inibição; 4) formação de um complexo fitato-mineral-proteína que pode ser formado com cátions multivalentes. Essas proteínas ligadas são menos susceptíveis à hidrólise das proteases.

Na digestão de gorduras, o complexo cálcio-fitato pode reagir com ácidos graxos formando sabões insolúveis no lúmen intestinal (NUNES, 2001). Cowieson *et al.* (2008), mostraram que a presença do ácido fítico nas rações prejudicaram a metabolizabilidade da energia e a digestibilidade de aminoácidos, não só pela relação direta que esse composto

possui com os nutrientes, ou pela inibição de algumas enzimas digestivas, mas também pelo excesso de perdas endógenas.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKON, C.C.; MIN, D.B. Food Lipids - **Chemistry, Nutrition, and Biotechnology**. 2ª Edição New York, 2002.

BELL, J.M. Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.73, n.4, p.679 – 697, 1993.

BELLAVER, C. **Sistemas de produção de frangos de corte: nutrição e alimentação**. Embrapa Suínos e Aves. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaoFrangodeCorte/Nutricao-geral.html#topo>>. Acesso em: 11 de julho de 2015.

BÖHME, H.; KAMPF, D.; LEBZIEN, P.; FLACHOWSKY, G. Feeding value of crambe press cake and extracted meal as well as production responses of growing-finishing pigs and dairy cows fed these by-products. **Archives of animal nutrition**. v.59, p.111-122, 2005.

BREMER, J.; NORUM, K.R. Metabolism of very long-chain monounsaturated fatty acids (22:1) and the adaptation to their presence in the diet. **Journal of Lipid Research**, v.23, p.243-256, 1982.

CARVALHO, E.B. **Estudos da interação entre proteínas e taninos: influência da presença de polissacarídeos**. 2007. 193 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências, Universidade do Porto. 2007.

COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H. Influence of dietary phytic acid and source of microbial phytase on ileal endogenous amino acid flows in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 87, p.2287-2299, 2008.

FERREIRA, A.H.C. **Raspa integral da raiz de mandioca para frangos de corte**. 2010. 89 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2010.

FIGUEIREDO, D.F.; MURAKAMI, A.E.; PEREIRA, M.A.S.; FURLAN, A. C.; TORAL, F. L. B. Desempenho e morfometria da mucosa e duodeno de frangos de corte alimentados com farelo de canola, durante o período inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1321 – 1329 2003.

FRANCIS, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. **Aquaculture**, v.199, p.197-227, 2001.

GOES, B.; TONISSI, H.R.; SOUZA, A.K. Degradabilidade in situ dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Animal Sciences**, v. 32, n.3, p.271-277, 2010.

HENTZ, F. **Avaliação da inclusão do farelo de canola em dietas para ruminantes**. 2010, 57 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2010.

KRAMER, J.K.G.; FRIEND, D.W.; HULAN, H.W. Lipid changes in tissues of young boars fed rapeseed oil or corn oil. **Nutrition Metabolism**, v.19, p.279-290, 1975.

LEDOUX, D.R.; BELYEA, R.L.; WALLIG, M.A.; TUMBLESON, M.E. Effects of feeding crambe meal upon intake, gain, health and meat quality of broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.76, p.227-240, 1999.

LEE, S.J.; UMANO, K.; SHIBAMOTO, T.; LEE, K.G. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chem.**, v. 91, p.7-131, 2005.

LIU, Y.G.; STEG, A.; HINDLE, V.A. Crambe meal: a review of nutrition, toxicity and effect of treatments. **Animal Feed Science and Technology**, v.41, p.133-147, 1993.

LIU, Y.G.; STEG, A.; SMITS, B.; TAMMINGA, S. Crambe meal: removal of glucosinolates by heating with additives and water extraction. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, p.273-287, 1994.

LOTTENBERG, A.M.P. Importância da gordura alimentar na prevenção e no controle de distúrbios metabólicos e da doença cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.53, n.5, p.595-607, 2009.

MCDUGALL, G.J.; STEWART, D. The inhibitory effects of berry polyphenols on digestive enzymes. **Biofactors**, v.23, n.4, p.189-195, 2005.

MENDONÇA, B.P.C. **Coproducto do crambe na alimentação de bovinos**. 2012, 58 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2012.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Jornal Chromatogr A.**, v. 1054, p.95-111, 2004.

NAGASHIRO, C. Enzimas na nutrição de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 2007 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2007, Santos. **Anais...** Castelo - Campinas: FACTA, p. 309-327.

NUNES, V.N. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados a alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001 Campinas, SP. **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.235-266.

OPLINGER, E.S.; OELKE, E.A.; KAMINSKI, D.H.; TEYNOR, T.M.; DOLL, J.D.; KELLING, K.A.; DURGAN, B.R.; NOETZEL, D.M. **Crambe. Alternative Field crops manual**. 1991.

Disponível:<<https://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/crambe.html>>Acesso: 31 de agosto de 2015.

PAULINO, F.F. **Avaliação de Componentes Voláteis e Atividade Antioxidante em *Eruca sativa* Mill., *Brassica rapa* L. e *Raphanussativus* L. após Processamento.** 2008. 219 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PELEG, H.; BODINE, K.K.; NOBLE, A.C. The influence of acid on adstringency of alum and phenolic compounds. **Chem Senses**. v. 23, 8-371, 1998.

PERRY, T.W.; KWOLEK, W.F.; TOOKEY, H.L.; PRINCEN, L.H.; BEESON, W.M.; MOHLER, M.T. Crambe meal as a source of supplemental protein for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.48, n.4, p.758-763, 1979.

PIETRO, P.S. **Farelo de crambe em rações para tilápia do Nilo.** 2013. 74 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal da Grande Dourados. Mato Grosso do Sul, 2013.

SANTOS, M.A.T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.294-301, 2006.

SECEX (Secretaria de Comércio Exterior)
Disponível:<<http://www.comexbrasil.gov.br/conteudo/ver/chave/secex/menu/211>> Acesso: 27 de julho de 2015.

SGARBIERI, V.C. **Alimentação e Nutrição.** São Paulo: Almed; 1987.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: **Technomic**; 1995.

SILVA, M.R.; SILVA, M.A.A.P. Fatores antinutricionais: inibidores de proteases e lectinas. **Revista de Nutrição**, v.13, p.3-9, 2000.

SOUZA, A.D.V.; FÁVARO, S.P.; ÍTAVO, L.C.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-mansão, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.10, p.1328-1335, 2009.

TRIPATHI, M.K.; MISHRA, A.S. Glucosinolates in animal nutrition: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.132, p.1-27, 2007.

VARGAS-LOPEZ, J.M.; WIESENBERN, D.; TOSTENSON, K.; CIHACEK, L. Processing of Crambe for Oil and Isolation of Erucic Acid. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.76, n.7, p.801-809, 1999.

WALLIG, M.A.; BELYEA, R.L.; TUMBLESÓN, M.E. Effect of pelleting on glucosinolate content of crambe meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.99, p.205-214, 2002.

3. TRABALHOS

3.1 DIGESTIBILIDADE DO FARELO DE CRAMBE PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Foi realizado um experimento com o objetivo de avaliar o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), da matéria mineral (MM), o coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMAEB), a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) do farelo de crambe para frangos de corte. Foram utilizados 140 pintos de corte da linhagem Cobb 500 em crescimento de 14 a 24 dias de idade, alimentados com duas rações, sendo T1= referência (RR) e T2= uma ração teste (RT), que consiste em 80% da RR + 20% de inclusão do farelo de crambe, com sete repetições e 10 aves por unidade experimental, empregando-se o método de coleta total de excretas, sendo cinco dias para adaptação às rações e gaiolas e cinco dias para coleta de excretas. Para a coleta total das excretas foi estabelecido o início e o final por meio da adição de um marcador (1% de óxido férrico) nas rações. Após as análises laboratoriais e os cálculos realizados obteve-se os valores de EMA (2262,03 kcal/kg), EMAn (2262,19 kcal/kg), o CDMS (69,14%), o CDPB (60,38%), o CDMM (58,86%) e o CMAEB (53,51%) do farelo de crambe na matéria seca do alimento.

Palavras-chave: Coleta total de excretas. Energia bruta. Energia metabolizável aparente. Proteína bruta.

3.1 DIGESTIBILITY OF CRAMBE MEAL FOR BROILERS

ABSTRACT

An experiment was conducted to evaluate the apparent digestibility coefficient (ADC) of dry matter (DM), crude protein (CP) and mineral matter (MM), the apparent metabolizing coefficient of crude energy (AMCCE), the apparent metabolizable energy (AME), and the corrected apparent metabolizable energy (cAME) of the crambe meal for broilers. A total of 140, Cobb 500, growing broilers of 14 to 24 days of age were utilized, fed two rations: T1 = reference (RR) and T2 = a test ration (TR), consisting of 80% RR + 20% inclusion of crambe meal, with seven replicates and 10 broilers per experimental unit, using the method of total excreta collection, with five days to feed and cages acclimation and five days for excreta collection. For total excreta collection, the start and end were determined by the addition of a marker (1% ferric oxide) in rations. After laboratory analyses and calculations, the values of AME (2262.03 kcal/kg), cAME (2262.19 kcal/kg), DCDM (69.14%), DCCP (60.38%), DCMM (58.86%) and AMCCE (53.51%) of crambe meal in the dry matter of the feed were obtained.

Keywords: Apparent metabolizable energy. Crude energy. Crude protein. Total excreta collection.

INTRODUÇÃO

A composição química do alimento deve ser conhecida antes de formular a ração para a obtenção de resultados esperados, e assim determinar o nível de inclusão do alimento e o correto balanceamento da ração. O uso dos diversos métodos de avaliação de alimentos tem uma grande aplicabilidade para estimativas da composição e disponibilidade das diferentes frações dos alimentos, porém, para melhores resultados é necessário a correta interpretação desses com as avaliações e exige conhecimento das diferentes metodologias (FORTES, 2011).

Devido ao seu teor em proteína, o farelo de crumbe, se torna interessante para ser usado na alimentação animal, pois é rico em aminoácidos como a cisteína, metionina, lisina e treonina, e esses aminoácidos são normalmente deficientes em outras culturas, de acordo com Perry *et al.* (1979), sendo interessante estudá-lo para utilização na formulação de rações.

Dentre os nutrientes que mais influenciam no desempenho do animal, estão os aminoácidos essenciais, sendo assim é fundamental conhecer a composição em aminoácidos dos alimentos, e seu aproveitamento pelos animais, tendo a possibilidade de substituir o milho e a soja por alimentos alternativos, suprimindo as exigências dos animais (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Um dos fatores mais importantes a serem avaliados na nutrição animal, segundo Júnior *et al.* (1998) é a energia presente nos alimentos, pois é um produto resultante da transformação dos nutrientes em energia e calor dentro do organismo, durante o metabolismo.

De acordo com Albino (1991) a determinação dos valores de energia metabolizável dos alimentos é a forma mais utilizada no cálculo de rações para aves. A precisão destes valores está diretamente relacionada aos sistemas de determinação, e valores precisos são essenciais para que se obtenha ótima produtividade dos animais e máxima rentabilidade na cadeia produtiva.

A energia das excretas é composta pela energia proveniente de uma fração não assimilada do alimento pelas aves e de uma fração de origem endógena, perdida durante os processos digestivos. Neste contexto, tem-se a energia metabolizável aparente (EMA), que consiste simplesmente pela diferença entre energia bruta consumida e a energia excretada, não considerando que parte desta última seja proveniente de material endógeno. Neste caso, a energia contida na excreta proveniente das perdas endógenas é contabilizada como se fosse energia do alimento não absorvida (SONG *et al.*, 2003).

De acordo com a quantidade de nitrogênio excretado, a energia metabolizável aparente pode ser corrigida, podendo comparar animais em estados fisiológicos distintos, esta se

denomina de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn). O balanço de nitrogênio é obtido quantificando o teor de nitrogênio ingerido pela subtração do excretado, este resultado é multiplicado por uma constante de 8,22 kcal/g de nitrogênio retido pelo animal. O fator de 8,22 é utilizado para aves, pois representa a energia equivalente do ácido úrico, quando este é completamente oxidado (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de avaliar o coeficiente de metabolização aparente da energia bruta, o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta, da matéria mineral, a energia metabolizável aparente e a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio do farelo de crambe para frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisas com Monogástricos, do departamento de Zootecnia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG, no período de maio de 2015. Foi realizado um experimento na sala de ensaios metabólicos da avicultura com o objetivo de avaliar o coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMAEB), o coeficiente de digestibilidade (CD) da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB), da matéria mineral (MM), a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) do farelo de crambe para frangos de corte. O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) desta instituição, com o número: 04/2015.

Foram utilizados 140 pintos de corte machos da linhagem Cobb 500, os pintos com um dia de idade foram criados em piso de cimento, forrado com maravalha e permaneceram até o 13º dia de idade e receberam ração que atendiam suas exigências nutricionais de acordo com Rostagno *et al.* (2011). Aos 14 dias de idade, as aves foram transferidas para as gaiolas metabólicas (0,75 cm x 0,75 cm x 0,25 cm), contendo comedouros tipo calha, bebedouros tipo copo de pressão e bandejas metálicas forradas com plástico para evitar a contaminação do material e facilitar a coleta das excretas. Os cinco primeiros dias de permanência foram para adaptação às dietas experimentais e às gaiolas e os cinco dias finais foram para coleta total de excretas, sendo estas realizadas às 8:00 e às 16:00 horas, para evitar a fermentação e perda de nutrientes.

Para determinar a energia metabolizável aparente do crambe, as aves mantidas em gaiolas metabólicas (10 aves/gaiola) foram alimentadas com duas rações, sendo T1= ração

referência (RR) (Tabela 1) e T2= 80% RR + 20% de inclusão do farelo de crambe, contendo sete repetições de cada tratamento. As rações foram fornecidas à vontade e pesadas no início e final do período de coleta para quantificar o consumo de ração por unidade experimental.

Tabela 1- Composição percentual da ração referência para ensaio de digestibilidade

Ingredientes (%)	Quantidade (kg)
Milho moído (7,88%)	69,2287
Farelo de soja (46%)	25,6186
Fosfato bicálcico	1,8347
Calcário calcítico	0,7059
Sal comum	0,4822
DL- Metionina (99,2%)	0,4063
L-Valina (96,5%)	0,2319
L-Treonina (96%)	0,2306
L-Lisina HCl (78%)	0,5756
L-Triptofano (99%)	0,0287
Óleo de soja	0,2006
Complexo mineral/vitamínico ⁽¹⁾	0,4000
Cloreto de Colina 60%	0,0400
Antioxidante ⁽²⁾	0,0100
Total	100,00
Composição calculada	
Energia metabolizável (Kcal)	3.000
Proteína bruta (%)	18,500
Cálcio (%)	0,819
Sódio (%)	0,210
Fósforo disponível (%)	0,430
Treonina digestível (%)	0,801
Lisina digestível (%)	1,230
Metionina digestível (%)	0,657
Triptofano digestível (%)	0,210
Valina digestível (%)	0,950

⁽¹⁾Por kg do produto: Manganês- 17,6 g/kg; ferro-12,5 g/kg; zinco-150 g; cobre- 2.500 mg; cobalto, 200 mg; iodo- 250 mg; Vitamina A – 1875000 UI; vit. D3 - 500.000 UI; vit. E - 3000 UI; vit. B2 – 1200 mg; vit. B6 – 500 mg; vit. B12 – 2500 mcg; ácido pantotênico – 2500 mg; vit. K3 – 2,5 g; ácido fólico – 175 mg; selênio -75

mg; antioxidante – 1.000 mg ; biotina 3,75 mg; colina- 37,5 g; lincomicina 1100- mg, monensina sódica -30g; niacina -7.500 mg; vitamina B1-250 mg. ⁽²⁾BHT: ButilHidroxi Tolueno.

Para a coleta de excretas contidas nas bandejas, visualmente foi estabelecido o início e final com adição de um marcador (1% de óxido férrico). As excretas não marcadas, na primeira coleta e as marcadas na última coleta foram descartadas. As excretas coletadas diariamente foram colocadas em sacos plásticos identificados e armazenadas em freezer (-20° C).

Após o término do período de coleta total de excretas, as amostras foram descongeladas, homogeneizadas e retirada uma alíquota (500 gramas por unidade experimental) para as análises laboratoriais de matéria seca, de energia bruta, de proteína bruta, de matéria mineral e de nitrogênio. As amostras de excretas foram pré-secas em estufa ventilada a 55° C por 72 horas, em seguida foram moídas em moinho tipo faca com rotação de 1150 RPM (fixa) e acondicionadas em potes plásticos.

As análises bromatológicas realizadas foram: a matéria seca (pré-secagem a 65° C), proteína bruta (digestão, destilação e titulação, pelo método Kjeldahl), extrato etéreo (extrator tipo Goldfisch e coletor Souhlet), fibra bruta (aparelho digestor de fibra bruta), cinzas (queima do material em mufla de 500 a 600° C), cálcio (oxidimetria), fósforo (colorimétrico) e energia bruta (bomba calorimétrica, calorímetro adiabático de Parr) do farelo de crambe (Tabela 2), de acordo com Silva & Queiroz (2002). As concentrações dos aminoácidos do farelo de crambe foram realizadas pelo método HPLC no Laboratório de Amino lab[@] da empresa Evonik.

Tabela 2- Composição química e concentração de aminoácidos totais do farelo de crambe, na matéria seca

Composição Nutricional	
Matéria seca (%)	89,91
Proteína bruta (%)	35,52
Extrato etéreo (%)	0,958
Energia bruta (Kcal/ kg)	4227,00
Fibra bruta (%)	22,25
Cinzas (%)	7,73
Cálcio (%)	1,06
Fósforo total (%)	1,09
Aminoácidos Totais* (%)	
Lisina	1,396
Metionina	0,526
Treonina	1,371
Triptofano	0,426
Arginina	1,931
Histidina	0,769
Isoleucina	1,240
Leucina	2,089
Fenilalanina	1,249
Valina	1,505
Ácido aspártico	2,136
Alanina	1,337
Glicina	1,702
Serina	1,267
Prolina	1,951
Ácido glutâmico	5,167

*Análise realizada pela Evonik (Método HPLC)

A partir dos resultados obtidos das análises das rações e das excretas foi calculado o valor de EMA e EMAn conforme descrito por SAKOMURA & ROSTAGNO (2007).

As equações utilizadas para o cálculo da EMA foram as propostas por Matterson *et al.* (1965).

$$\text{EMA Ração Referência} = \frac{\text{EB ing} - \text{EB exc}}{\text{MS ing}}$$

$$\text{EMA Ração Teste} = \frac{\text{EB ing} - \text{EB exc}}{\text{MS ing}}$$

$$\text{EMA Alimento} = \text{EMA ref} + \frac{\text{EMA teste} - \text{EMA ref}}{\text{g Alimento} / \text{g Ração}}$$

EB = Energia Bruta

EB ing = Energia Bruta Ingerida

EB exc = Energia Bruta Excretada

MS ing = Matéria Seca Ingerida

EMA ref = Energia Metabolizável Aparente Ração Referência

EMA teste = Energia Metabolizável Aparente Ração Teste

g Alimento = grama Alimento (Crambe)

g Ração = grama Ração

Energia Metabolizável Aparente Corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn)

$$\text{BN} = \text{Ning} - \text{Nexc}$$

$$\text{EMAn Ração Referência} = \frac{\text{EB ing} - \text{EB exc} \pm 8,22 \times \text{BN}}{\text{MS ing}}$$

$$\text{EMAn Ração Teste} = \frac{\text{EB ing} - \text{EB exc} \pm 8,22 \times \text{BN}}{\text{MS ing}}$$

$$\text{EMA Alimento} = \text{EMA ref} + \frac{\text{EMA teste} - \text{EMA ref}}{\text{g Alimento} / \text{g Ração}}$$

BN = Balanço Nitrogênio

EB ing = Energia Bruta Ingerida

EB exc = Energia Bruta Excretada

MS ing = Matéria Seca Ingerida

EMAn ref = Energia Metabolizável Aparente Corrigida da Ração Referência

g Alimento = grama Alimento (Crambe)

g Ração = grama Ração.

Os coeficientes de digestibilidade da MS, PB e MM foram calculados pela fórmula:

$$CD = ((\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado}) / \text{nutriente ingerido}) \times 100$$

Considerando o valor da EB do farelo de crambe determinado em bomba calorimétrica e da EMAn do ingrediente avaliado em ensaio de digestibilidade, foi calculado o coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMAEB), seguindo a equação preconizada pelo ARC (1980), em que:

$$CMAEB = (EMAn / EB) \times 100$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de coeficiente de digestibilidade da matéria seca, da matéria mineral e da proteína bruta do farelo de crambe avaliados com frangos de corte aos 14 dias de idade encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3- Coeficientes de digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta, da matéria mineral, coeficiente de metabolização aparente da energia bruta (CMAEB), a energia metabolizável aparente (EMA) e a energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) do farelo de crambe para frangos de corte

Item	Coeficientes de digestibilidade (%)
Matéria Seca	69,14
Proteína Bruta	60,38
Matéria Mineral	58,86
Coeficientes de metabolização da energia bruta (%)	
CMAEB	53,52
Energia metabolizável aparente (kcal/kg)	
EMA	2262,03
EMAn	2262,19

Os valores obtidos no presente trabalho para os nutrientes matéria seca (89,91%), proteína bruta (35,52%), fibra bruta (22,25%), fósforo (1,09%) e cálcio (1,06%) foram próximos aos de Ledoux *et al.* (1999) que determinaram a composição química do farelo de crambe com 91% de matéria seca, 36,6% de proteína bruta, 10,8% de extrato etéreo, 22,2% de fibra bruta, 0,9% de cálcio e 1,0% de fósforo.

Foi observado que a porcentagem de proteína bruta se apresentou na faixa descrita por Baker *et al.* (1977), de 28 a 38%, mas difere do valor de fibra (6 a 7%). Por outro lado, o teor de fibra do farelo de crambe encontrado no presente estudo, foi maior do que o apresentado por Pietro (2013) (22,25% para 17,36%), mas dentro da faixa dos resultados encontrados por Carlson *et al.* (1983) que foi entre 22 a 26%. Isto foi explicado pelos autores, sendo devido à

quantidade de casca presente na semente durante o processamento utilizado para a obtenção do farelo de crambe que pode influenciar os teores de proteína e fibra, pois a casca do crambe apresenta 22,1% de fibra, enquanto, o grão descascado somente 3,6%.

Pietro (2013) avaliando o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína bruta do farelo de crambe para tilápias do Nilo obteve resultados diferentes do presente estudo, com menor valor (62,67%) para coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDaMS) e maior valor (82,37%) para coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDaPB), dos apresentados no presente trabalho.

Os aminoácidos considerados limitantes, obtidos pela análise laboratorial do farelo de crambe, apresentou valor inferior para metionina total (0,526%) e lisina total (1,396%), e superior para treonina total (1,371%) e triptofano total (0,426%) quando comparados aos descritos por Pietro (2013) que obtiveram os valores de 0,650%, 1,99%, 1,01% e 0,310%, respectivamente.

Os valores obtidos neste trabalho para EB (4227 kcal/kg), EMAN e CMAEB do farelo de crambe em comparação aos dos produtos da soja avaliados Zonta *et al.* (2005) para frangos de corte, apresentaram diferenças (4222 kcal/kg de EB, 2601 kcal para EMAN e 61,60% de CMAEB), sendo o coeficiente de metabolização do crambe menor que o do farelo de soja, demonstrando menor metabolização da energia pelos frangos alimentados com crambe. O valor inferior do coeficiente de metabolização da energia bruta encontrado neste trabalho pode ser explicado pela relação existente entre a baixa capacidade de digestão e absorção de frangos de corte jovens, com idade média de 21 dias, conforme citado por Albino *et al.* (1982).

O alto teor de fibra bruta contido no farelo de crambe pode reduzir a metabolização da energia, pela dificuldade de digestão deste nutriente pelos frangos de corte. Outra justificativa seria a presença de fatores antinutricionais no farelo de crambe, como o ácido fítico, por exemplo, pois segundo Cowieson *et al.* (2008), este fator antinutricional nas rações prejudica a metabolizabilidade da energia e a digestibilidade de aminoácidos, pois além de ter uma relação direta com os nutrientes, pode inibir algumas enzimas digestivas, promovendo excesso de perdas endógenas. Segundo Sakomura & Rostagno (2007) a eficiência de metabolização da energia altera de acordo com a composição da dieta, devido os nutrientes carboidratos, proteínas e lipídeos, não serem aproveitados com a mesma capacidade pelas aves, e a qualidade da fonte alimentar.

Com relação à EMA do farelo de crambe, Ledoux *et al.* (1999) determinaram o teor de 2.800 kcal/kg, sendo este valor bem acima do encontrado no presente estudo (2262,03

kcal/kg), no entanto, eles utilizaram perus em suas avaliações e isso pode justificar as diferenças.

CONCLUSÃO

Os valores obtidos foram: CDMS (69,14%), CDPB (60,38%), CDMM (58,86%), CMAEB (53,51%), EMA (2262,03 kcal/kg) e EMAn (2262,19 kcal/kg) do farelo de crambe foram, na matéria seca do alimento, para frangos de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L.F.T.; FERREIRA, A.S.; FIALHO, CESAR, S.S. Determinação dos valores de energia metabolizável e matéria seca aparentemente metabolizável de alguns alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.11, n.2, p.207-221, 1982.

ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. 1991, 141 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1991.

ARC - Agricultural Research Council. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. London: **Agricultural Research Council**. The Gresham Press, 351p, 1980.

BAKER, E.C.; MUSTAKAS, G.C.; GUMBMAN, M.R.; GOULD, O.H. Biological evaluation of crambe meals detoxified by water extraction on a continuous filter. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.50, n.10, p.392-396, 1977.

CARLSON, K.D.; TOOKEY, H.L. Crambe meal as a protein source for feeds. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.60, n.12, 1983.

COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H. Influence of dietary phytic acid and source of microbial phytase on ileal endogenous amino acid flows in broiler chickens. **Poultry Science**, v.87, p.2287-2299, 2008.

JÚNIOR, A. A. F.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314- 318 1998.

FORTES, B.D.A. **Métodos de avaliação de alimentos para aves**. 2011. Seminários (Doutorado)- Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2011.

LEDOUX, D.R.; BELYEA, R.L.; WALLIG, M.A.; TUMBLESON, M.E.; Effects of feeding crambe meal upon intake, gain, health and meat quality of broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.76, p.227-240, 1999.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W.; SINGSEN, E.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chicken. **Research Report**, v. 7, p. 3-11, 1965.

PERRY, T.W.; KWOLEK, W.F.; TOOKEY, H.L.; PRINCEN, L.H.; BEESON, W.M.; MOHLER, M.T. Crambe meal as a source of supplemental protein for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.48, p.758-763, 1979.

PIETRO, P.S. **Farelo de crambe em rações para tilápia do Nilo**. 2013. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, 2013.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos** (composição de alimentos e exigências nutricionais). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 1ª ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, p. 283, 2007.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 3º ed., p. 235, 2002.

SONG, G.L.; LI, D.F.; PIÃO, X.S.; CHI, F.; WANG, J.T. Comparisons of amino acid availability by different methods and metabolizable energy determination of a chinese variety of high oil corn. **Poultry Science**, v.82, n.2, p.1017-1023, 2003.

ZONTA, M.C.M.; RODRIGUES, P.B.; ZONTA, A.; PEREIRA, C.R. Energia metabolizável de farinhas de soja ou produtos de soja, determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. **Archivos de Zootecnia**, v.55, p.22, 2005.

3.2 EFEITOS DO FARELO DE CRAMBE NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe sobre o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte. Foram utilizados 630 pintos machos da linhagem Cobb 500, distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos, seis repetições e 21 aves por unidade experimental. Os tratamentos experimentais constituíram de uma ração controle sem o farelo de crambe (T1) e os demais pela contribuição de parte da proteína bruta da ração pela proteína bruta do farelo de crambe nos níveis de 3% (T2), 6% (T3), 9% (T4) e 12% (T5). As aves foram alimentadas com ração experimental do 8º a 42º dia de idade, recebendo os mesmos níveis de contribuição da proteína bruta do farelo de crambe, sendo as rações formuladas para atender as exigências nutricionais da fase inicial (8 a 21 dias de idade) e final (22 a 42 dias de idade). As características de desempenho analisadas foram: consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. O rendimento de carcaça e cortes foi avaliado somente na fase final. Observou-se para a fase inicial que o consumo de ração apresentou efeito linear decrescente ($p \leq 0,05$), porém as demais variáveis que não foram influenciadas, sendo possível substituir parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe em até 12%. Na fase final não houve ajuste das regressões ($p > 0,05$) para todas as variáveis, pela substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe. Ao comparar os tratamentos com a ração controle, pelo teste Dunnet, verificou-se efeito negativo para o consumo de ração, no entanto, o ganho de peso e a conversão alimentar não apresentaram efeito, podendo recomendar até 12% de substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe, sem prejudicar o desempenho dos frangos e o rendimento de carcaça e cortes. Economicamente é viável substituir em até 6% de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe.

Palavras chave: Alimentos alternativos. Exigências. Fatores antinutricionais. Glicosinolatos.

3.2 EFFECTS OF CRAMBE MEAL ON PERFORMANCE OF BROILERS

ABSTRACT

The experiment was conducted to evaluate the effect of partial substitution of the total crude protein of the ration for crude protein from crambe meal on the productive and economic performances of broilers. A total of 630 male Cobb 500 broilers chicks were distributed in a completely randomized design with five treatments, six replicates and 21 broilers per experimental unit. Treatments consisted of one control diet, without the crambe meal (T1), and the others by the substitution of part of the crude protein from the ration by the crude protein of crambe meal at 3% (T2), 6% (T3) 9% (T4), and 12% (T5). Broils were fed the experimental ration from 8 to 42 days of age, provided with the same crude protein levels from the crambe meal, with the diets formulated to meet the nutritional requirements of the initial phase (8 to 21 days of age) and the final phase (22 to 42 days of age). The evaluated performance traits were feed intake, body weight gain and feed conversion. Carcass and cuts yields were evaluated only in the final phase. During the initial phase, feed intake had a decreasing linear effect ($p \leq 0.05$), but the other variables were not affected, being possible to partially substitute the total crude protein of the ration for crude protein from crambe meal up to 12%. In the final phase, there was no adjustment of regressions ($p > 0.05$) for all variables, by partially substituting the total crude protein of the ration for crude protein from crambe meal. Comparing treatments with the control by the Dunnet test, it was found a negative effect on feed intake, however, body weight gain and feed conversion had no effect, being able to recommended the substitution of the total crude protein of the ration for crude protein from crambe meal up to 12% without impairing the performance of broilers and carcass and cuts yields. It is economically feasible to substitute up to 6% of protein from ration by protein from crambe meal.

Keywords: Anti nutritional factors. Alternative food. Glucosinolates. Requirements.

INTRODUÇÃO

A avicultura tem se destacado cada vez mais no mercado mundial, e a busca por alimentos alternativos para viabilizar os custos com a produção é constante, pois a alimentação é a que mais onera a produção animal. O frango de corte tem boa capacidade de transformar produtos de origem vegetal em proteína de qualidade nutricional (COSTA *et al.*, 2007).

A formulação de ração para aves têm como principais ingredientes o milho e o farelo de soja. Segundo Vieites (1999) a elevação dos preços destes alimentos causa um aumento no custo de produção, sendo assim, é necessário testar a possível utilização de alimentos alternativos que possuam bom aproveitamento nutricional pelo animal, e que tenham valores viáveis para produção avícola.

Alguns estudos têm apontado restrições quanto à utilização de farelos vegetais, associados a fatores antinutricionais que reduzem a digestibilidade nos animais (DREW *et al.*, 2007). Mesmo conhecendo a disponibilidade de fontes proteicas e energéticas numerosas e viáveis, advindas de coprodutos agroindustriais isto não garante seu uso imediato e intensivo no arraçamento animal, pois os antinutrientes intrínsecos (taninos, glicosinolatos, fitatos, polifenóis, mucilagens) podem prejudicar o funcionamento digestivo (ação antitripsínica e indisponibilização de minerais e vitaminas), aumentando a excreção de poluentes via urina e fezes, e, portanto, contribuindo para a poluição ambiental (KROGDAHL *et al.*, 2010).

Com base nestes relatos, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe para frangos de corte de 8 a 21 e 22 a 42 dias de idade, e seus efeitos sobre os parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e a análise econômica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações do setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, no Campus JK, Diamantina, MG, Brasil, no período de julho a agosto de 2015. O protocolo experimental foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) desta instituição, com o número: 04/2015.

As aves foram alojadas em galpão convencional com cobertura de telhas de fibrocimento, laterais de tela galvanizada, providas com cortinas de ráfia, piso cimentado com

área de 1,62 x 1,55m, perfazendo 2,5m², forrado com cama de maravalha (± 5 cm de espessura). Em todos os boxes foram utilizados círculos de proteção e lâmpadas infravermelho de 250 watts como fonte de aquecimento para os pintos.

Foram utilizados 630 pintos de corte machos da linhagem Cobb 500, com oito dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e 21 aves por unidade experimental. No período de 1 a 7 dias os pintos receberam ração que atendiam suas exigências nutricionais descritas em Rostagno *et al.* (2011). As fases experimentais foram divididas em inicial (8 a 21º dia de idade) e final (22 ao 42º dia de idade).

Os tratamentos experimentais consistiram de uma ração controle sem o farelo de crambe (T1) e os demais tratamentos, pela substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe nos níveis de 3% (T2), 6% (T3), 9% (T4) e 12% (T5). As rações experimentais foram elaboradas para atender às exigências nutricionais dos frangos de corte machos, de desempenho médio, em todos os nutrientes (ROSTAGNO *et al.*, 2011). Todas as rações foram isocalóricas, isonutritivas e isoaminoacídicas para metionina + cistina, valina, lisina e treonina. Água e ração foram fornecidas à vontade.

Tabela 1- Composição percentual das rações experimentais, em função dos níveis de substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crumbe no período de 8 a 21 dias de idade

Ingredientes	T1(0%)	T2(3%)	T3(6%)	T4(9%)	T5(12%)
Milho moído (7,88%)	58,7099	58,0033	57,2959	56,5900	55,8954
Farelo de crumbe	0,0000	1,9540	3,9100	5,8620	7,8150
Farelo de soja (46%)	34,8244	33,3375	31,8501	30,3658	28,8675
Fosfato bicálcico	1,5090	1,5289	1,5489	1,5689	1,5889
Óleo de soja	2,3175	2,4549	2,5924	2,7296	2,8623
Calcário calcítico	1,1143	1,0625	1,0105	0,9587	0,7684
Sal comum	0,4818	0,4830	0,4841	0,4852	0,4863
DL-Metionina (99,2%)	0,2880	0,3072	0,3265	0,3457	0,3650
L-Lisina HCl (78%)	0,2164	0,2675	0,3186	0,3696	0,4211
L-Treonina (96%)	0,0637	0,0916	0,1195	0,1473	0,1753
L-Valina (96,5%)	0,0259	0,0587	0,0936	0,1273	0,1614
Complexo vitamínico/ mineral ⁽¹⁾	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
Cloreto de colina (60%)	0,0400	0,0400	0,0400	0,0400	0,0400
Antioxidante ⁽²⁾	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada					
Energia metabolizável (Kcal)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Proteína bruta (%)	20,80	20,80	20,80	20,80	20,80
Cálcio (%)	0,8910	0,8910	0,8910	0,8910	0,8910
Sódio (%)	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100
Fósforo disponível (%)	0,3910	0,3910	0,3910	0,3910	0,3910
Fibra bruta (%)	2,8613	3,1613	3,4616	3,7613	4,0607
Treonina digestível (%)	0,7630	0,7630	0,7630	0,7630	0,7630
Metionina+cistina digestível (%)	0,8460	0,8460	0,8460	0,8460	0,8460
Metionina digestível (%)	0,5618	0,5714	0,5811	0,5907	0,6003
Lisina digestível (%)	1,1740	1,1740	1,1740	1,1740	1,1740
Triptofano digestível (%)	0,2313	0,2224	0,2134	0,2044	0,2000
Valina digestível (%)	0,9040	0,9040	0,9040	0,9040	0,9040

⁽¹⁾Por kg do produto: Manganês- 17,6 g/kg; ferro-12,5 g/kg; zinco-150 g; cobre- 2.500 mg; cobalto, 200 mg; iodo- 250 mg; Vitamina A – 1875000 UI; vit. D3 - 500.000 UI; vit. E - 3000 UI; vit. B2 – 1200 mg; vit. B6 – 500 mg; vit. B12 – 2500 mcg; ácido pantotênico – 2500 mg; vit. K3 – 2,5 g; ácido fólico – 175 mg; selênio -75 mg; antioxidante – 1.000 mg ; biotina 3,75 mg; colina- 37,5 g; lincomicina 1100- mg, monensina sódica -30g; niacina -7.500 mg; vitamina B1-250 mg. ⁽²⁾ BHT.

Tabela 2- Composição percentual das rações experimentais, em função dos níveis de substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe no período de 22 a 42 dias de idade

Ingredientes	T1(0%)	T2(3%)	T3(6%)	T4(9%)	T5(12%)
Milho moído (7,88%)	63,1838	62,4430	61,7184	61,0055	60,2926
Farelo de crambe	0,0000	1,8320	3,6630	5,4950	7,3270
Farelo de soja (46%)	30,2544	28,9200	27,5777	26,2210	24,8643
Fosfato bicálcico	1,3307	1,3469	1,3632	1,3795	1,3959
Óleo de soja	2,9041	3,0468	3,1864	3,3210	3,4557
Calcário calcítico	0,7679	0,7235	0,6791	0,6348	0,5905
Sal comum	0,4567	0,4578	0,4588	0,4598	0,4609
DL-Metionina (99,2%)	0,2678	0,2853	0,3029	0,3207	0,3386
L-Lisina HCl (78%)	0,2414	0,2872	0,3332	0,3796	0,4260
L-Treonina (96%)	0,0573	0,0828	0,1084	0,1342	0,1600
L-Valina (96,5%)	0,0309	0,0697	0,1006	0,1317	0,1628
Complexo vitamínico/ mineral ⁽¹⁾	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
Anticoccidiano ⁽²⁾	0,0550	0,0550	0,0550	0,0550	0,0550
Cloreto de colina (60%)	0,0400	0,0400	0,0400	0,0400	0,0400
Antioxidante ⁽³⁾	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada					
Energia metabolizável (Kcal)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Proteína bruta (%)	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
Cálcio (%)	0,7320	0,7320	0,7320	0,7320	0,7320
Sódio (%)	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
Fósforo disponível (%)	0,3420	0,3420	0,3420	0,3420	0,3420
Fibra bruta (%)	2,8972	3,1715	3,4453	3,7186	3,9920
Treonina digestível (%)	0,7010	0,7010	0,7010	0,7010	0,7010
Lisina digestível (%)	1,0780	1,0780	1,0780	1,0780	1,0780
Metionina digestível (%)	0,5401	0,5481	0,5561	0,5642	0,5723
Metionina+cistina digestível (%)	0,7870	0,7870	0,7870	0,7860	0,7860
Triptofano digestível (%)	0,2071	0,1990	0,1940	0,1940	0,1940
Valina digestível (%)	0,8410	0,8410	0,8410	0,8410	0,8410

⁽¹⁾Por kg do produto: Manganês- 17,6 g/kg; ferro-12,5 g/kg; zinco-150 g; cobre- 2.500 mg; cobalto, 200 mg; iodo- 250 mg; Vitamina A – 1875000 UI; vit. D3 - 500.000 UI; vit. E - 3000 UI; vit. B2 – 1200 mg; vit. B6 – 500 mg; vit. B12 – 2500 mcg; ácido pantotênico – 2500 mg; vit. K3 – 2,5 g; ácido fólico – 175 mg; selênio -75 mg; antioxidante – 1.000 mg ; biotina 3,75 mg; colina- 37,5 g; lincomicina 1100- mg, monensina sódica -30g; niacina -7.500 mg; vitamina B1-250 mg. ⁽²⁾Coxistac. ⁽³⁾BHT.

As variáveis de desempenho avaliadas ao final de cada período experimental foram o consumo de ração (kg/ave), ganho de peso (kg/ave), conversão alimentar (kg ração consumida/ kg de ganho) por unidade experimental.

As aves e as rações foram pesadas no início e no final de cada período experimental, para determinação do ganho de peso e consumo de ração. O consumo de ração foi calculado como a diferença entre o total de ração fornecido menos as sobras de cada fase. Com base no consumo de ração, corrigido pela data da mortalidade, e no ganho de peso, foi calculada a conversão alimentar.

Aos 42 dias de idade, três aves por parcela experimental, foram abatidas para a avaliação do rendimento de carcaça e cortes (peito, coxa e sobrecoxa). As aves foram insensibilizadas por deslocamento cervical e abatidas manualmente, seguido de sangria. Após a sangria, foi realizado a escaldagem (água a 60° C por 3 min.), a retirada das penas e a evisceração.

O rendimento de carcaça foi calculado por meio da relação do peso da carcaça eviscerada, com cabeça e pés, divididos pelo peso vivo e multiplicado por 100. E o rendimento de cortes foi determinado dividindo o peso de cada parte, pelo peso da carcaça eviscerada e o resultado multiplicado por 100.

Os resultados obtidos foram analisados de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + N_i + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : valor observado das variáveis estudadas relativas à unidade experimental j, recebendo o nível de substituição i, da proteína bruta do farelo de crumbe;

μ : média geral do experimento;

N_i : efeito do nível i de proteína bruta do farelo de crumbe, sendo i = 0, 3, 6, 9 e 12% (de substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína do farelo de crumbe);

e_{ij} : erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

Os graus de liberdade referentes aos níveis de substituição, excluindo a ração controle, foram desdobrados em polinômios. Para a determinação dos níveis ótimos de substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crumbe, foi utilizado os modelos de regressões polinomial quadrático e linear simples e para a comparação dos resultados obtidos entre a ração controle com cada um dos níveis de substituição da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crumbe, foi utilizado o teste Dunnett a 5%.

O estudo da análise econômica da substituição da proteína da ração pela proteína do farelo de crumbe foi realizado a partir dos cálculos descritos por (TOGASHI, 2004). As

fórmulas utilizadas para o cálculo da renda bruta, custo médio com arração e margem bruta média foram:

$$RBMe = PMV \times PF$$

Renda Bruta Média (RBMe): valor em reais (R\$) obtido em função do peso médio vivo (kg) (PMV) e o preço do frango (PF) (R\$);

$$CMeA = (CR \text{ em cada fase de criação} \times \text{custo ração})$$

Custo Médio de Arração (CMeA) – custo total relativo ao consumo de ração (CR) em todas as fases de criação, em função do custo da ração em cada fase de criação;

$$MBMe = RBMe - CMeA$$

Margem Bruta Média (MBMe) = diferença entre a renda bruta média (RBM) e os custos com alimentação;

$$IR = \frac{MBMe \times 100}{CMeA}$$

O índice de rentabilidade (IR) é obtido pela relação entre a margem bruta média e o custo médio de arração, multiplicado por 100.

Para os cálculos da viabilidade econômica, considerou-se apenas o gasto com alimentação, o peso vivo foi obtido pelo peso médio dos frangos antes do jejum, aos 42 dias de idade. O preço médio do quilo do frango vivo (R\$ 3,50) de acordo com o site Canal Rural. Entretanto, o preço do quilo da ração foi considerado a partir dos preços dos ingredientes de cada tratamento no período de julho e agosto de 2015.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas médias de máxima e de mínima registradas no interior do galpão e a mortalidade das fases encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3- Temperatura ambiente média (mínima e máxima) registrada dentro da instalação e taxa de mortalidade

Período	Temperatura (° C)		Mortalidade (%)
	Mínima	Máxima	
Fase Inicial	25 (21) ⁽¹⁾	28 (29) ⁽²⁾	2,00 ⁽³⁾
Fase Final	17 (15) ⁽¹⁾	19 (22) ⁽²⁾	9,57 ⁽³⁾
Média	21 (18) ⁽¹⁾	23,5(25,5) ⁽²⁾	5,78 ⁽³⁾

⁽¹⁾Menor temperatura registrada na instalação no período de 8 a 42 dias

⁽²⁾Maior temperatura registrada na instalação no período de 8 a 42 dias

⁽³⁾Mortalidade contabilizada no período de 8 a 42 dias.

De acordo com Ávila (2012) a faixa de temperatura ideal média para frangos de corte a partir de sete dias de idade é 28° C, aos 14 dias de idade é de 26° C, e depois dos 21 dias de idade, 24° C. No presente trabalho, os valores de temperaturas observados na fase inicial indicaram que os frangos passaram por um estresse moderado, ocasionado pelo frio. E para a fase final, as temperaturas registradas também se mostraram inferiores, no entanto, em maior magnitude do que o observado na primeira fase, e isso pode interferir com os resultados experimentais. O estresse térmico (pelo frio ou calor) causado pelo ambiente influencia na endocrinologia e fisiologia das aves e, conseqüentemente, a produtividade, por haver troca de calor da ave com o meio ambiente e os requisitos nutricionais também se alteram (BARBOSA *et al.*, 2008 e SOUZA *et al.*, 2011).

As médias das variáveis estudadas de acordo com os níveis substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crumbe no período de 8 a 21 dias de idade, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Médias do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB) de frangos de corte de 8 a 21 dias, alimentados com rações com substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crumbe

Variável	Substituição da proteína bruta total da ração (%)					Signif.	CV(%)
	0	3	6	9	12		
CR (kg/ave)	0,885*	0,863	0,860	0,811*	0,837*	0,015	2,61
GP (kg/ave)	0,620	0,622	0,641	0,603	0,619	0,351	4,03
CA (kg/kg)	1,429*	1,388	1,343	1,347*	1,382	0,763	2,81
VIAB (%)	98,413	99,206	99,206	96,825	96,825	0,136	3,01

CV= Coeficiente de variação; Signif. = nível de significância do teste F; *Teste Dunnet (p≤0,05).

O consumo de ração (CR) foi influenciado (p≤0,05) de forma linear decrescente (CR = 874,753 - 4,2281X; R²=0,24) de acordo com o aumento dos níveis de substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crumbe. O que pode estar relacionado ao elevado teor de fibras que diminui o consumo devido ao enchimento do trato gastro intestinal da ave e à presença de fatores antinutricionais do crumbe, como compostos fenólicos, que conferem ao

alimento sabor adstringente e reduzem o consumo de ração por apresentar baixa palatabilidade (CHUBB, 1982; MUELLER-HARVEY e MCALLAN, 1992).

Ao comparar a ração controle aos demais tratamentos, pelo teste de Dunnet, verifica-se que o CR, aos níveis de 9 e 12% de substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe, acarretaram em efeito negativo para o consumo dos frangos. Contudo, aos níveis de 3 e 6% de substituição não houve efeito negativo em relação à ração controle, portanto, até 6% é viável a substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe, sem alterar o consumo de ração dos frangos de corte. Ledoux *et al.* (1999) observaram que as aves alimentadas com 15% de farelo de crambe apresentaram consumo de ração inferior, comparado aos demais tratamentos (0, 5 e 10%) durante a primeira fase do experimento. Porém, no decorrer do experimento, o consumo de ração ao nível de 15% foi semelhante aos demais níveis de inclusão do crambe. Os autores relataram que comparado a outras fontes proteicas (farelo de soja, farinha de carne, farinha de penas, farelo de glúten de milho), o farelo de crambe contém alto teor de fibra, e a inclusão desse alimento nas rações pode alterar a densidade das mesmas, pois limita a ingestão de alimento pelo espaço ocupado, e essa característica pode vir a contribuir para a redução do consumo.

Verificou-se que não houve efeito ($p>0,05$) das regressões aplicadas para o ganho de peso, a conversão alimentar e a viabilidade de criação dos frangos de corte alimentados pela substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe. Pelo teste Dunnet, o ganho de peso também não apresentou diferença, portanto, é possível a substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe em até 12% na ração dos frangos. Entretanto, Wallig *et al.* (2002) avaliaram o farelo de crambe na alimentação de ratos e observaram que o ganho de peso foi menor nos tratamentos com o crambe, comparado com o tratamento controle, porém o CR não foi influenciado. Liu *et al.* (1994) em estudos com suínos observaram diminuição no ganho de peso dos animais que receberam 3% de farelo de crambe. Trabalhos como os de Drew *et al.* (2007) tem destacado restrições quanto a utilização de farelos vegetais, associados a fatores antinutricionais, que reduzem a digestibilidade dos nutrientes nos animais.

Para a conversão alimentar dos frangos de corte, o nível de 9% de substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe, apresentou melhor resultado em relação à ração controle, pela comparação realizada pelo teste Dunnet (1,347 para 1,429).

Para o período final (22 a 42 dias) não foram observados ajustes dos modelos de regressões ($p>0,05$) para o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e a

viabilidade dos frangos, devido à substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe (Tabela 5).

Tabela 5- Médias do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIAB) frangos de corte de 22 a 42 dias alimentados com rações com substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe

Variável	Substituição da proteína bruta total da ração (%)					Signif.	CV(%)
	0	3	6	9	12		
CR (kg/ave)	3347,21*	3040,33*	3073,21*	3062,18*	3029,84*	0,861	4,19
GP (kg/ave)	1981,50*	1893,22	1965,15	1860,23	1813,49*	0,064	5,67
CA (kg/kg)	1,698	1,606	1,567	1,648	1,674	0,102	6,37
VIAB (%)	95,99	88,65	88,69	89,52	90,95	0,640	9,61

CV= Coeficiente de variação; Signif. = nível de significância do teste F; *Teste Dunnet ($p \leq 0,05$).

Aplicando o teste de Dunnet para comparar a ração controle aos demais tratamentos, verificou-se que para o consumo de ração, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$), sendo que em todos os tratamentos com substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe, observou-se efeito negativo, ou seja, menor consumo dos frangos. Ao fornecer feno de maniçoba para frangos tipo caipira, Furtado *et al.* (2011) observaram menor consumo de ração pelas aves que receberam 7,5 e 15% do feno e associaram esse efeito devido à maior quantidade de fibra na ração.

Ao comparar a ração controle com as demais, verificou-se que o ganho de peso apresentou efeito pior resultado para o nível de 12% de substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do crambe, pelo teste de Dunnet. Esse efeito pode ser justificado pelo menor consumo de ração obtido pelos frangos alimentados com níveis de substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína do crambe. Os resultados de Pietro (2013), trabalhando com tilápias do Nilo, corroboram com os do presente estudo, pois foi observado que o ganho de peso dos peixes alimentados com a ração isenta de farelo de crambe, foi superior àqueles que receberam a ração com 24% de substituição do farelo de soja pelo farelo de crambe, porém, não diferiram dos demais tratamentos. Entretanto, Ledoux *et al.* (1999) concluíram em estudo com frangos de corte que a inclusão de 15% de farelo de crambe na ração para a fase final, não afetou o ganho de peso das aves.

O peso vivo dos frangos de corte não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) pelos modelos quadrático e linear com a substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe (Tabela 6). Pelo teste Dunnet, a substituição a 3, 9 e 12% comparada ao tratamento controle, apresentou-se com piores resultados. Uma possível explicação para a redução do peso vivo seria o maior teor de fibra bruta nas rações das aves

que foram suplementadas com o farelo de crambe (2,90 para 4,00%) que possivelmente possa ter influenciado de forma negativa na digestão e absorção dos nutrientes da ração.

Tabela 6 - Médias do peso vivo (PV), da carcaça (PC), do peito (PP), da coxa (PCx), da sobrecoxa (PSCx), rendimento do peito (RP), da carcaça (RC), da coxa (RCx) e da sobrecoxa (RSCx) de frangos de corte aos 42 dias de idade, alimentados com rações com substituição da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe

Variável	Substituição de parte da proteína da ração (%)					Signif.	CV(%)
	0	3	6	9	12		
PV (g)	2.838*	2.708*	2.758	2.695*	2.622*	0,303	2,99
PC (g)	2.258*	2.181	2.229	2.159	2.097*	0,007	3,06
PP (g)	0,793*	0,772	0,791	0,766	0,731*	0,002	4,49
PCx (g)	0,277*	0,259	0,275	0,258	0,256*	0,02	4,94
PSCx (g)	0,337*	0,323	0,324	0,321	0,304*	0,07	5,68
RP (%)	35,137	35,409	35,508	35,497	34,864	0,72	2,68
RC (%)	79,538	80,536	79,563	80,140	79,998	0,78	1,95
RCx (%)	12,298	11,934	12,351	11,963	12,216	0,48	4,12
RSCx (%)	14,996	14,837	14,523	14,881	14,511	0,76	5,36

CV= Coeficiente de variação; Signif. = nível de significância do teste F; *Teste Dunnet ($p \leq 0,05$).

De acordo com Braz *et al.* (2011) trabalhando com poedeiras em final da fase de crescimento, recebendo níveis variados de fibra detergente neutro na ração, os maiores níveis de fibra, podem estar associado aos efeitos negativos sobre a utilização dos nutrientes da ração. Furtado *et al.* (2011) relataram redução do peso final de frangos de corte tipo caipira ao fornecer um alimento fibroso (feno de maniçoba).

O peso da carcaça (PC) foi influenciado ($p \leq 0,01$) de forma linear decrescente ($PC = 2,24683 - 0,01068X$; $R^2 = 0,57$) de acordo com o aumento dos níveis de substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe. Aplicando-se o teste de Dunnet, o peso da carcaça ao nível de 12% apresentou pior resultado em relação ao controle. Esse resultado pode ser justificado pelo menor consumo de ração e ganho de peso, obtidos pelos frangos alimentados com o farelo de crambe em relação ao tratamento controle.

Devido o crambe apresentar compostos fenólicos, isto pode ter interferido no peso da carcaça, pois segundo Makkar (1988), o complexo formado entre o composto fenólico e a

proteína, reduz a utilização desta, interfere na absorção e retenção de minerais e vitaminas e diminui a digestibilidade do amido.

Observou-se que o peso do peito (PP) reduziu linearmente ($p \leq 0,05$) ($PP = 0,8022 - 0,0049X$; $R^2 = 0,58$) pela substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína bruta do farelo de crumbe e o teste aplicado aos resultados, comprovou pior peso do peito ao nível de 12% de substituição, comparado com o tratamento controle. Esse resultado pode ser justificado pelo menor consumo de ração e ganho de peso, obtidos pelos frangos alimentados com o farelo de crumbe.

Para os pesos de coxa e de sobrecoxa, não houve diferença ($p > 0,05$) pelos modelos de regressões aplicados, devido à substituição de parte da proteína da ração pela proteína bruta do farelo de crumbe. Aplicando o teste de Dunnet os pesos dos cortes (peito, coxa e sobrecoxa) ao nível de 12% apresentaram-se com os piores resultados em relação ao tratamento controle. Isso pode ser explicado em função do menor ganho de peso dos frangos de corte ao nível de 12% de substituição.

Os rendimentos de carcaça (RC), de peito (RP), de coxa (RCx) e de sobrecoxa (RSCx) não foram influenciados ($p > 0,05$) com a substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crumbe (Tabela 6). Apesar dos frangos terem apresentado piores resultados (consumo de ração e ganho de peso) com o nível de substituição da proteína bruta da ração pela proteína bruta do farelo de crumbe, ao nível de 12% de substituição, conforme apontado pelo teste Dunnet, esse resultado não afetou negativamente o rendimento da carcaça e corte nobres dos frangos aos 42 dias de idade.

Os tratamentos que apresentaram melhores valores de renda bruta média foram o tratamento controle e ao nível de 6%. E o menor custo médio de arraçamento, devido à substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crumbe foram aos níveis de 3 e 6%. No entanto, a melhor margem bruta média foi obtida ao nível de 6% (Tabela 7).

Tabela 7- Resultado da análise econômica das rações experimentais em relação ao peso vivo de frangos de corte machos aos 42 dias de idade

Tratamento ¹	RBMe ² (R\$/ave)	CMeA ³ (R\$/ave)	MBMe ⁴ (R\$/ave)	IR ⁵ (%)
0	9,63	3,73	5,90	158,24
3	9,31	3,46	5,84	169,42
6	9,62	3,57	6,05	169,73
9	9,12	3,68	5,43	147,82
12	9,02	3,70	5,31	143,47

¹Níveis de substituição de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crumbe. ²RBMe= Renda Bruta Média; ³CMeA= Custo Médio de Arraçamento; ⁴MBMe= Margem Bruta Média; ⁵IR= Índice de Rentabilidade.

O índice de rentabilidade revela a taxa de retorno do capital empregado para cada real gasto com a alimentação e no nível de 6% de substituição de parte da proteína da ração pela proteína do farelo de crambe forneceu um retorno de R\$ 1,70, que corresponde de forma positiva, obtendo melhor resultado do que o observado com o tratamento controle, que apresentou um retorno de R\$ 1,58. O tratamento controle, sem o uso do farelo de crambe para substituir parte da proteína da ração, apresentou bom resultado de renda bruta média, porém, elevado custo de arraçamento médio, podendo ser explicado pelo maior conteúdo de farelo de soja e seu preço elevado (acima do valor do farelo de crambe).

Os tratamentos com 9 e 12% de substituição de parte da proteína bruta da ração pela proteína bruta do farelo de crambe, apresentaram menores índices de rentabilidade, isto pode ser explicado pelo alto custo de arraçamento que foi obtido devido à suplementação de aminoácidos industriais (preços controlados pelo dólar) e aos menores valores de renda bruta média observados. Segundo Mueller-Harvey e McAllan (1992) a presença de fator antinutricional (tanino) no farelo de crambe reduz o consumo de ração, pois possui sabor adstringente, apresentando baixa palatabilidade e consequentemente causando a redução do peso médio vivo do animal, interferindo diretamente na renda bruta média.

CONCLUSÃO

Os frangos de corte machos da linhagem Cobb, na fase inicial (8 a 21 dias de idade) e final (22 a 42 dias de idade) podem receber a substituição de até 12% de parte da proteína bruta total da ração pela proteína bruta do farelo de crambe.

Pela análise econômica é viável a substituição de 6% de parte da proteína bruta total da ração pela proteína do farelo de crambe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, V.S. Aspectos importantes a considerar na criação de frangos de corte no período frio. Versão eletrônica de 2012. Disponível em: < https://pt.engormix.com/MA/avicultura/administracao/artigos/aspectos-importantes-considerar-criacao-t1119/124_p0.htm; >. Acesso em: 12 de novembro 2015.

BARBOSA, F.J.V.; LOPES, J.B.; FIGUEIREDO, A.V.; ABREU, M.L.T.; DOURADO, L.R. B.; FARIAS L.A.; PIRES, J.E.P. Níveis de energia metabolizável em rações de frangos de Corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, 2008.

BRAZ, N.M.; FREITAS, E.R.; BEZERRA, R.M.; CRUZ, C.E.B.; FARIAS, N.N.P.; SILVA, N.M.; SÁ, N.L.; XAVIER, R.P.S. Fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de poedeiras nas fases de crescimento e postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.12, p.2744-2753, 2011.

CANAL RURAL. **Preços dos cortes de frango já subiram 9% durante agosto**. Disponível em: < <http://www.canalrural.com.br/noticias/frango/precos-dos-cortes-frango-subiram-durante-agosto-58252> >. Acesso: 17 de março de 2016.

CHUBB, L.G. Anti-nutritive factors in animal feedstuffs. In: Hareting, W. Studies in agricultural and food science butterworths. **Recent advances in animal nutrition**, p. 21-37, 1982.

COSTA, F.G.P.; SOUSA, W.G.; SILVA, J.H.V.; GOULART, C.C.; MARTINS, T.D.D. Avaliação do feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Paz & Hoffman) na alimentação de aves caipiras. **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p.42-48, 2007.

DREW, M.D.; BORGESON, T.L.; THIESSEN, D.L. A review of processing of feed ingredients to enhance diet digestibility in finfish. **Animal Feed Science and Technology**, v.138, n.2, p.118-136, 2007.

DUNCAN, A.J. Glucosinolates. In: D'Mello, F.J.P., Duffus, J.P., Duffus, C.M. Toxic Substances in Crop Plants. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, **Science Park**, Cambridge, p.126-147, 1991.

FURTADO, D.A.; JUNIOR, S.B.C.; LIMA, I.S.P.; COSTA, F.G.P.; SOUZA, J.G. Desempenho de frangos alimentados com o feno de maricoba no seminário paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.722-728, 2011.

KROGDAHL, A.; PENN, M.; THORSEN, J.; REFSTIE, S.; BAKKE, A.M. Important anti nutrients in plant feedstuffs for aquaculture: an update on recent finding regarding responses in salmonids. **Aquaculture Research**, v. 41, n.3, p. 333-334, 2010.

LEDOUX, D.R.; BELYEA, R.L.; WALLIG, M.A.; TUMBLESON, M.E.; Effects of feeding crambe meal upon intake, gain, health and meat quality of broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.76, p.227-240, 1999.

LIU, Y.G.; STEG, A.; SMITS, B.; TAMMINGA, S. Crambe meal: removal of glucosinolates by heating with additives and water extraction. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, p.273-287, 1994.

MAKKAR, H.P.S. The tannins effect only protein utilisation. **Indian Dairyman**, v.41, n.7, p.135-156, 1988.

MUELLER-HARVEY, I.; MCALLAN, A.B. Tannins: their biochemistry and nutritional properties. **Advances in Plant Cell Biochemistry and Biotechnology**, v.1, p.151-217, 1992.

PIETRO, P.S. **Farelo de crambe em rações para tilápia do Nilo**. 2013. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados. 2013.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos** (composição de alimentos e exigências nutricionais). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SOUZA, M.G.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; MAIA, A.P.A.; BALBINO, E.M.; OLIVEIRA, W.P. Utilização das vitaminas C e E em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.10, out. 2011.

TOGASHI, C.K. **Teores de colesterol e ácidos graxos em tecidos e soro de frangos de corte submetidos a diferentes programas nutricionais**. Campos dos Goytacazes, 2004. 97p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Estadual do Norte Fluminense, RJ. 2004.

VIEITES, F.M. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 75 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.

WALLIG, M.A.; BELYEA, R.L.; TUMBLESON, M.E. Effect of pelleting on glucosinolate content of crambe meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.99, p. 205-214, 2002.